

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Sanierung von Tunnel-Rückflächenentwässerungen, wobei im Tunnel eine Drainageleitung unterhalb des Fahrbahnniveaus vorgesehen ist und in der Tunnelwand Spülnischen vorgesehen sind, die bis zu den Drainageleitungen reichen.

Um die in Tunnelstrecken anfallenden Bergwässer schadlos ableiten zu können, sind in der Tunnellängsachse Drainageleitungen (sog. Ulmendrainagen) verlegt. Das Rohrmaterial (z.B. PVC-gelocht-flexibel DN 150) ist eingebettet in Filter-(Einkorn-)beton. Die Drainageleitungen neigen im Laufe der Jahre und bei entsprechendem umgebenden Kalkgebirge zur Versinterung - das heißt die Leitungen "wachsen zu".

Ist diese Versinterung so weit fortgeschritten, dass mit den üblichen Kanalspülverfahren die Leitung nicht mehr gereinigt werden kann, kommt es zu Wasseraustritten auf die Fahrbahn.

Damit eine einwandfreie Wasserableitung wieder möglich ist, müssen die bestehenden Drainageleitungen entfernt und neue eingebracht werden (z.B. PE-HD DA 140, d=8mm, gelocht).

Es wäre natürlich möglich, im gesamten Tunnel bis zur Drainageleitung zu graben und diese zu ersetzen. Dies wäre jedoch ganz offensichtlich mit einem erheblichen Arbeits- und Zeitaufwand verbunden, und die Verkehrseinschränkungen wären erheblich.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Sanierung von Tunnel-Rückflächenentwässerungen zu schaffen, bei dem die Drainageleitungen nicht zur Gänze freigelegt werden müssen.

Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass man eine Kernbohrung schräg nach unten zur Drainageleitung anbringt, so dass die Kernbohrung im Bereich einer Spülnische in die Drainageleitung mündet, dass man von dieser Spülnische bis zu einer anderen Spülnische ein Seil in die Drainageleitung einzieht, dass man über die Kernbohrung ein Bohrgestänge in die Drainageleitung einführt und die Drainageleitung aufbohrt,

wobei der Bohrkopf mittels des Seils gezogen wird, so dass er in der Drainageleitung bleiben muss, dass man danach den Bohrkopf gegen einen Felsräumer austauscht und nun in der Gegenrichtung den Querschnitt erweitert, und dass man schließlich eine neue Drainageleitung in den erweiterten Querschnitt einzieht.

Es sind Bohrsysteme bekannt, mit denen man mehrere Hundert Meter bohren kann und bei denen das Bohrgestänge einen Biegeradius bis zu 30 m zulässt. (Z.B. Vermeer Navigator D16X20A von der Vermeer AG in Altendorf, Schweiz.) Das Problem ist, dass diese Geräte etwa 5 m lang sind und daher keinesfalls über eine vorhandene Spülnische (die meist etwa einen Meter breit ist) zur Drainageleitung gebracht werden können. Aus diesem Grund wird gemäß der vorliegenden Erfindung zunächst eine Kernbohrung (z.B. mit 300 mm Durchmesser) schräg zur Drainageleitung gebohrt. Die Drainageleitung liegt üblicherweise etwa 1 m unter der Fahrbahnebene, die Länge der schrägen Bohrung kann etwa 5 bis 7 m betragen (die schräge Bohrung trifft dann in einem Winkel von etwa 10° auf die Drainageleitung). Der Durchmesser der Bohrstangen beträgt etwa 50 mm, so dass in der 300 mm dicken Kernbohrung 250 mm frei bleiben. Dieser Freiraum ist ausreichend, damit das Bohrgestänge mit einem Biegeradius von mehr als 30 m von der Tiefe der Drainageleitung auf die Höhe der Fahrbahn geführt werden kann. Somit kann das Bohrgerät auf der Fahrbahn aufgestellt werden.

Wie sich herausgestellt hat, ist es jedoch nicht möglich, nun einfach der bestehenden Drainageleitung nachzubohren. Die Drainageleitungen sind selten geradlinig verlegt und bei Biegungen verlässt der Bohrkopf die Drainageleitung. Aus diesem Grunde wird zunächst ein Stahlseil in die vorhandene Drainageleitung eingezogen (händisch oder mit Hochdruck eingespült) und mit diesem Seil der Bohrkopf gezogen. Damit sich das Seil nicht verwindet, wird es über einen Drehwirbel mit dem Bohrkopf verbunden. Auf diese Weise bringt man die Pilotbohrung an (Durchmesser zum Beispiel 90 mm). Als Bohrkopf können zum Beispiel der "Trihawk-Felsbohrkopf" von

der Vermeer AG oder andere speziell entwickelte Bohrköpfe verwendet werden.

Wenn man so bis zu einer der nächsten Spülnischen gebohrt hat, tauscht man den Bohrkopf gegen einen Fräskopf und weitet im Rückzug die Bohrung auf.

Vorzugsweise erweitert man zwei Mal nacheinander den Querschnitt, um alle Rohrreste der bestehenden Drainageleitung zu zerstören.

Bei herkömmlichen Bohrungen wird der Abraum meist ausgespült. Es hat sich jedoch gezeigt, dass dies bei dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht zuverlässig funktioniert. Durch die Inhomogenität des Materials (PVC und Beton) bleiben immer wieder scharfkantige Stücke liegen, so dass dann die neue Drainageleitung nicht eingezogen werden kann. Außerdem sickert die Spülflüssigkeit in den Drainagebeton.

Es ist daher nach einem weiteren Merkmal der Erfindung vorgesehen, dass man den im erweiterten Querschnitt verbleibenden Abraum mit einem Sauggebläse, welches mit einem Saugschlauch verbunden ist, den man durch den erweiterten Querschnitt führt, heraus saugt.

In der Praxis hat sich weiters gezeigt, dass die vorhandenen Drainageleitungen an manchen Stellen sehr starke Krümmungen bzw. Querversätze aufweisen, denen das Bohrgestänge nicht folgen kann. Da der Bohrkopf durch das Seil entlang der vorhandenen Drainageleitung gezogen wird, kommt es an diesen Stellen zwangsläufig zu einem Stillstand der Bohrung. Um dieses Problem zu beseitigen, ist gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung vorgesehen, dass man zuvor die genaue Lage der Drainageleitung vermisst und an Stellen mit unzulässig starken Krümmungen überlappende Kernbohrungen bis zur gewünschten Lage der Drainageleitung anbringt. Auf diese Weise kann das Seil vor Beginn der eigentlichen Bohrung so verlegt werden, dass nur zulässige Krümmungen auftreten.

Anhand der beiliegenden Zeichnungen wird die vorliegende Erfindung näher erläutert. Es zeigt: Fig. 1 einen Querschnitt durch einen Tunnel; Fig. 2 schematisch die Aufstellung eines

Bohrgerätes im Tunnel zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens; und Fig. 3 Kernbohrungen im Bereich einer starken Krümmung der Drainageleitung.

Der Tunnel 1 ist unten durch die Fahrbahn 2 und zwei erhöhte Seitenstreifen 3, 4 begrenzt. Die Drainageleitung 5 befindet sich unterhalb des Seitenstreifens 4, etwa einen Meter unter dem Niveau des Seitenstreifens und unter dem äußersten seitlichen Punkt der Ulme. Die Drainageleitung 5 ist von Filterbeton 6 umgeben. Das Lichtraumprofil ist durch eine strichlierte Linie 7 angedeutet.

In Fig. 2 ist die Drainageleitung 5 von der Seite zu sehen. In dieser Fig. ist auch eine Spülnische 8 zu sehen. Solche Spülnischen 8 sind üblicherweise alle 100 m im Tunnel vorgesehen. Im Bereich einer Spülnische 8 verläuft die Drainageleitung als offenes Gerinne.

Vor der Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden zusätzliche Spülnischen aus der Tunnelwand geschnitten, um die zukünftige Wartung zu erleichtern, wodurch sich der Abstand der Spülnischen auf ca. 50 m reduziert.

Die Drainageleitung 5 ist nicht immer geradlinig verlegt. Um Abweichungen von der Soll-Lage bereits vor dem eigentlichen Arbeitsbeginn feststellen zu können, wird eine spezielle Sonde durch die bestehende Leitung gezogen und die Lage der Drainageleitung 5 vermessen. Diese Vermessung erfolgt durch Bestimmung des Abstandes Empfänger zur Sonde, da Tiefe und Gefälle der Drainageleitung 5 im Regelfall konstant sind. Aus dem Abstand und der bekannten Höhe der Drainageleitung 5 lässt sich die seitliche Lage errechnen.

Werden unzulässige Biegungen 22 (also Biegungen, die stärker sind als der minimale Biegeradius des Bohrgestänges) festgestellt, werden an diesen Punkten von außen Kernbohrungen 21 (z.B. mit einem Durchmesser von 300 mm) "Mann an Mann" hergestellt, so dass die Soll-Lage der Drainageleitung freigebohrt wird (s. Fig. 3).

Das horizontale Aufbohren der Drainageleitung 5 erfolgt jeweils von den Spülnischen 8 aus. Es werden, je nach Abstand

der Spülnische 8 und der Lagegenauigkeit der Drainageleitung 5, Abschnitte von 150 m bis 200 m pro Bohrgerätposition gebohrt (drei bis vier Nischenabstände).

Wie man aus Fig. 2 deutlich erkennt, ist das Bohrgerät 11 viel zu groß, um es in eine Spülnische 8 einzubringen und von dort aus horizontal zu bohren. Man bringt daher eine schräge Kernbohrung 9 an, die im Bereich der Spülnische 8 in die Drainageleitung 5 mündet. Der minimale Biegeradius des Bohrgestänges beträgt etwa 30 m. Bei einem Durchmesser der Kernbohrung 9 von 300 mm und einem Durchmesser des Bohrgestänges von 50 mm kann man diesen Biegeradius leicht einhalten, wenn die Länge der Kernbohrung 9 7 m beträgt (die Drainageleitung 5 liegt einen Meter unter dem Fahrbahnniveau). Dies ist in Fig. 2 schematisch zu sehen.

Damit eine neue Leitung eingezogen werden kann, wird außerdem bei der Spülnische 8 eine Einführungsbohrung 10 angebracht. (Diese Einführungsbohrung 10 dient dazu, in den rechts von der Spülnische 8 liegenden Abschnitt der Drainageleitung 5 eine neue Leitung einzuziehen, wogegen mit dem Bohrgerät 11 in den links von der Spülnische 8 liegenden Abschnitt gebohrt wird. Die Kernbohrung 9 und die Einführungsbohrung 10 gehören also zu verschiedenen Sanierungsabschnitten.)

Vor Beginn der eigentlichen Bohrung wird in die bestehende Drainageleitung 5 ein Zugseil eingebracht. Dies erfolgt entweder händisch mit einer Einzugfeder oder - wenn die Leitung nicht durchgängig ist - mit einem Wasser-Hochdruckaggregat (1200 bar, 150 l/s).

Das Bohrgerät 11 wird am Fahrbahnrand positioniert und verankert. Am Bohrkopf wird das Zugseil über einen Drehwirbel befestigt. Die Pilotbohrung in die bestehende Drainageleitung 5 kann zum Beispiel mit einem Bohrkopf mit Durchmesser 110 mm erfolgen. Über das Zugseil wird mit einer mobilen Kabelwinde (Zugkraft in der Größenordnung von 50 kN) der Bohrkopf und somit das Bohrgestänge in der vorhandenen Drainageleitung 5

gehalten. Ohne das Zugseil würde der Bohrkopf bei Krümmungen aus der vorhandenen Drainageleitung ausweichen.

Ist die Pilotbohrung bei der Endstation angelangt, wird der Bohrkopf gegen einen Felsräumer ausgetauscht und der Querschnitt je nach Erfordernis erweitert (z.B. auf 180 mm). Dieses Aufweiten wird in der Regel zweimal durchgeführt, um alle Rohrreste der bestehenden Drainageleitung zu zerstören.

Ist der erforderliche Querschnitt gebohrt und geräumt, wird der verbleibende Abraum (Filterbeton, Rohrreste, Vlies ...) herausgesaugt. Dazu wird an ein entsprechendes Sauggebläse (Saugleistung z.B. 9000 m³/h) ein PEHD-Rohr mit entsprechendem Durchmesser befestigt, dieses bei der Einführungsbohrung eingeführt und mit dem Bohrgerät gezogen, und der Abraum mit hoher Luftdurchsatzleistung herausgesaugt. Das Saugen erfolgt gleichzeitig mit dem zweiten Auffräsen.

Der Einsatz eines konventionellen Spülbohrverfahrens ist weniger günstig, da durch die Offenporigkeit des Filterbetons kein Spülstrom aufrechterhalten werden kann und Spül-Zusätze (Bentonit) die Drainagewirkung des Filterbetons zerstören würden.

Danach wird der neue, vorgeschweißte Rohrstrang (ca. 50 m) am Bohrgestänge befestigt und mit dem Bohrgerät unter Beigabe eines Gleitmittels eingezogen.

Abschließend werden sämtliche neu verlegten Abschnitte mit 200 bar gespült und mit einer Roboterkamera zur Inspektion durchfahren.

ANSPRÜCHE:

1. Verfahren zur Sanierung von Tunnel-Rückflächenentwässerungen, wobei im Tunnel eine Drainageleitung unterhalb des Fahrbahnniveaus vorgesehen ist und in der Tunnelwand Spülnischen vorgesehen sind, die bis zu den Drainageleitungen reichen, **dadurch gekennzeichnet**, dass man eine Kernbohrung schräg nach unten zur Drainageleitung anbringt, so dass die Kernbohrung im Bereich einer Spülnische in die Drainageleitung mündet, dass man von dieser Spülnische bis zu einer anderen Spülnische ein Seil in die Drainageleitung einzieht, dass man über die Kernbohrung ein Bohrgestänge in die Drainageleitung einführt und die Drainageleitung aufbohrt, wobei der Bohrkopf mittels des Seils gezogen wird, so dass er in der Drainageleitung bleiben muss, dass man danach den Bohrkopf gegen einen Felsräumer austauscht und nun in der Gegenrichtung den Querschnitt erweitert, und dass man schließlich eine neue Drainageleitung in den erweiterten Querschnitt einzieht.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass man zwei Mal nacheinander den Querschnitt erweitert, um alle Rohrreste der bestehenden Drainageleitung zu zerstören.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass man den im erweiterten Querschnitt verbleibenden Abraum mit einem Sauggebläse, welches mit einem Saugschlauch verbunden ist, den man durch den erweiterten Querschnitt führt, heraus saugt.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass man zuvor die genaue Lage der Drainageleitung vermisst und an Stellen mit unzulässig star-

ken Krümmungen überlappende Kernbohrungen bis zur gewünschten Lage der Drainageleitung anbringt.

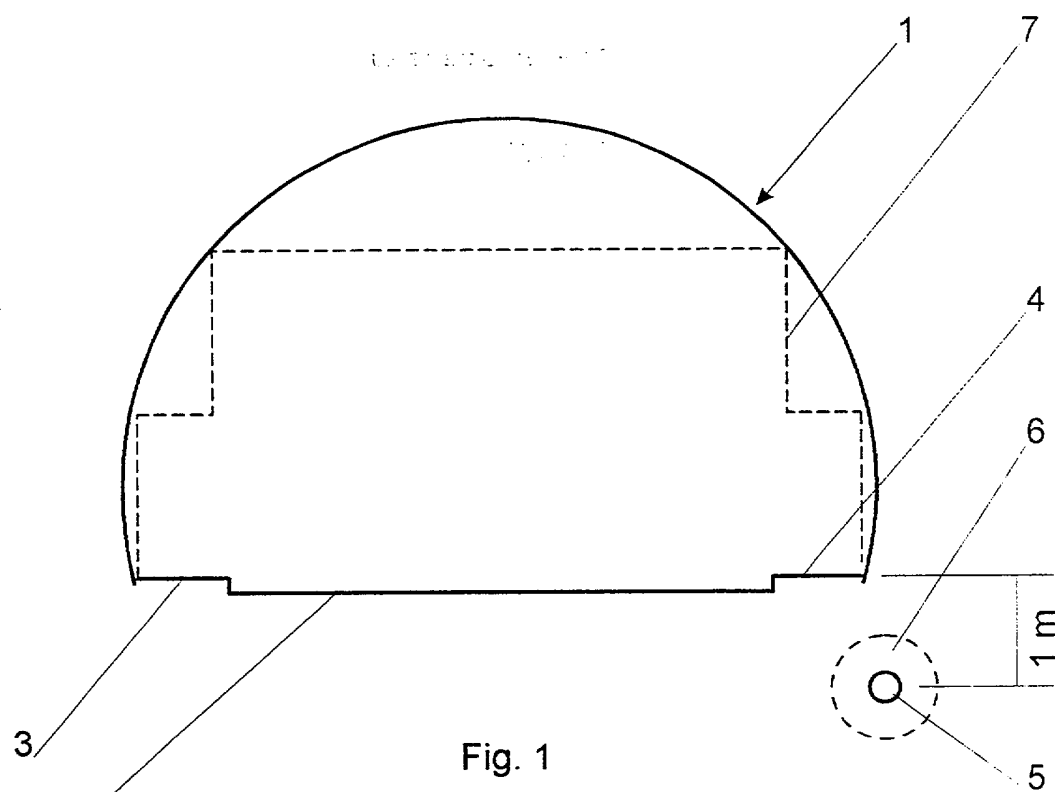


Fig. 1

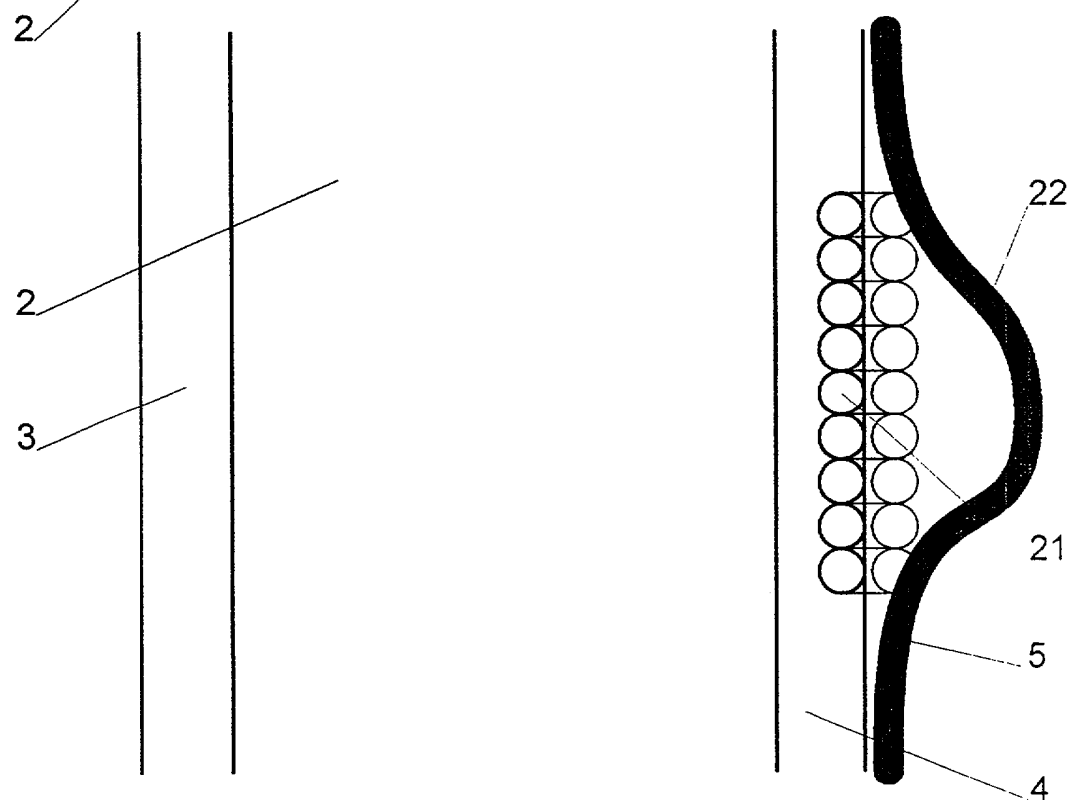


Fig. 3

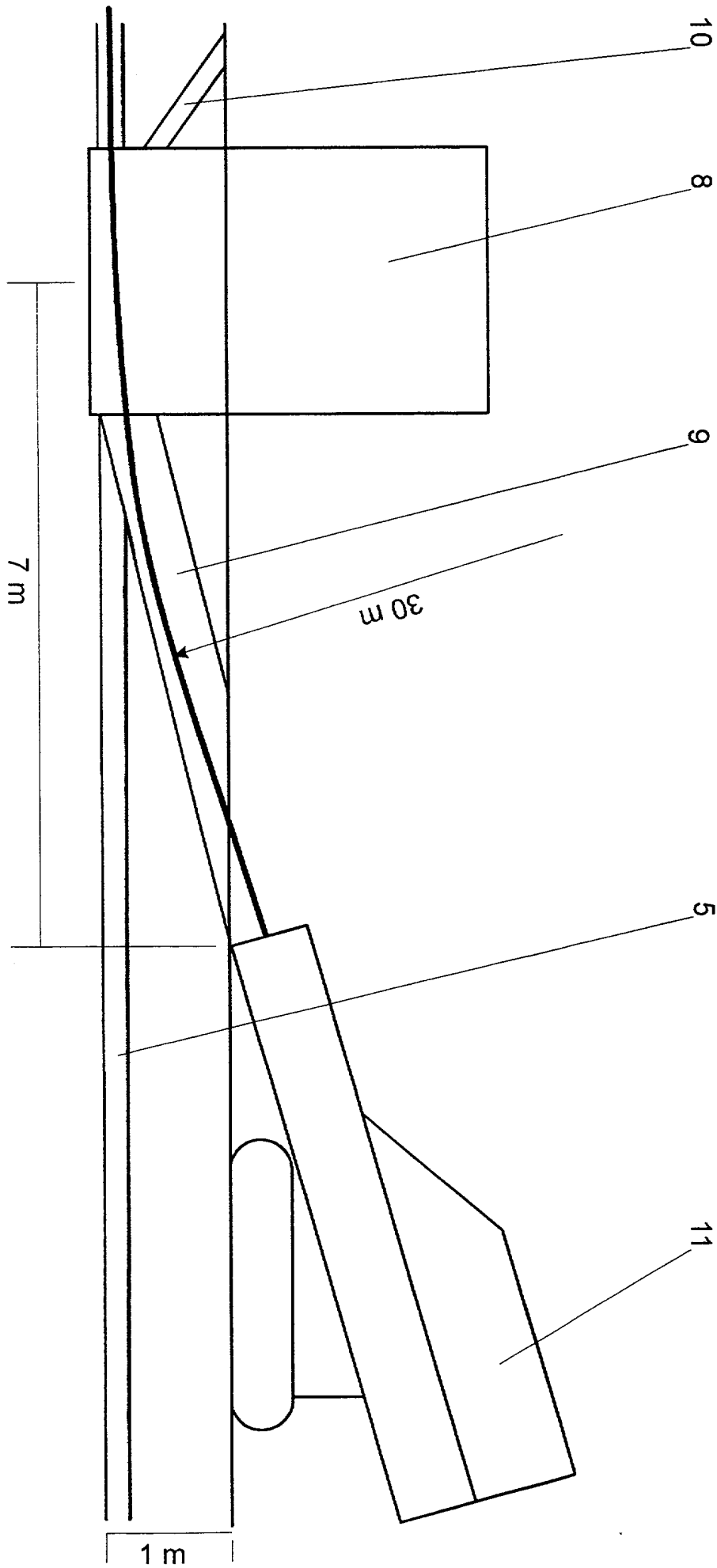


Fig. 2